

**STUDI PENERAPAN UFR 5 TAHAP PADA
SISTEM KELISTRIKAN INTERKONEKSI SUMATERA
MENGUNAKAN PSS/E
(Aplikasi Pada Sistem Kelistrikan SUMBAGSELTENG)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Strata-1
di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas*

Oleh :

Ezi Yuliana
BP. 03 175 083



Pembimbing I:

Adrianti, M. T
NIP. 132 211 623

Pembimbing II:

M. Nasir Sonni, M. T
NIP. 132 210 722



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2009**

Abstrak

Pada sistem tenaga listrik, frekuensi merupakan suatu hal yang sangat penting yang harus dipertahankan pada nilai nominalnya. Jika terjadi suatu gangguan tripnya unit pembangkit akan mengakibatkan kekurangan suplai daya sehingga frekuensi sistem berada di bawah frekuensi kerja. Untuk mengembalikan frekuensi tersebut, harus dilakukan pelepasan beban (*load shedding*) baik secara otomatis dengan menggunakan *Under Frequency Relay* (UFR) maupun manual oleh operator. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan setelan *Under Frequency Relay* (UFR) 5 tahap dengan cara melakukan simulasi menggunakan software PSS/E versi 30.3.2 buatan PTI-Siemens dari USA. Simulasi tripnya sebuah unit pembangkit dengan kapasitas besar seperti PLTGU Borang, PLTU Tarahan, PLTU Ombilin, dan PLTA Musi menyebabkan keruntuhan frekuensi (*frequency collapse*). Untuk mencegah keruntuhan frekuensi, dilakukan pelepasan beban dengan 5 tahap yaitu 42 MW pada tahap I, 54 MW pada tahap II, 59 MW pada tahap III, 71 MW pada tahap IV, dan 83 MW pada tahap V. Hasilnya frekuensi kembali mendekati atau mencapai kondisi normal.

Bab I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Karena berbagai persoalan teknis, tenaga listrik hanya dibangkitkan pada tempat-tempat tertentu. Sedangkan pengguna tenaga listrik tersebar di berbagai tempat, menyebabkan penyaluran energi listrik dari pembangkitan menuju konsumen memerlukan berbagai penanganan teknis. Pembangkit listrik dan gardu induk satu sama lain dihubungkan oleh saluran transmisi agar tenaga listrik dapat mengalir sesuai dengan kebutuhan dan terbentuklah suatu sistem tenaga listrik.

Setiap gardu induk sesungguhnya merupakan pusat beban untuk suatu daerah pelanggan tertentu, bebannya berubah-ubah sepanjang waktu sehingga daya yang dibangkitkan di pembangkit listrik harus selalu berubah. Perubahan beban dan perubahan pembangkitan daya ini selanjutnya menyebabkan aliran daya dalam saluran transmisi berubah-ubah sepanjang waktu, sehingga dapat menyebabkan ketidakstabilan tegangan dan frekuensi.

Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik ada tiga aspek yang harus diperhatikan yaitu keandalan, ekonomis dan mutu/ kualitas. Menyangkut aspek kualitas ini khususnya frekuensi adalah sangat penting untuk diperhatikan. Jika frekuensi sistem turun dengan cepat tanpa disertai dengan pengaturan pembangkit atau pelepasan beban maka sistem terancam *black out*. Jadi frekuensi sistem menjadi indikator dari kontinuitas pelayanan sistem^[5]. Apabila daya aktif yang dibangkitkan oleh pusat-pusat listrik lebih kecil daripada daya yang dibutuhkan oleh pelanggan, maka frekuensi akan turun, sebaliknya apabila daya aktif yang dibangkitkan lebih besar, maka frekuensi akan naik^[3]. Dalam studi ini frekuensi normal sistem sesuai dengan frekuensi yang dibangkitkan oleh PLN yaitu 50 Hz.

Ketidakstabilan frekuensi dirasakan oleh seluruh sistem, jika tidak ditanggulangi secepatnya akan mengakibatkan keruntuhan (*collapse*) yang dapat membahayakan sistem. Oleh karena itu, perlu diadakan langkah-langkah untuk mengembalikan keseimbangan antara pasokan pembangkit dan beban. Keseimbangan ini dapat dicapai antara lain dengan pengaturan daya pembangkitan dengan cara memanfaatkan cadangan putar sampai batas maksimal

kemampuan pembangkit. Apabila kemampuan pembangkit sudah maksimal, dan penurunan frekuensi masih berlangsung, maka strategi untuk menjaga frekuensi pada kondisi normal yaitu dengan pelepasan beban, baik secara manual oleh dispatcher atau secara otomatis dengan menggunakan *Under Frequency Relay* (UFR). Pelepasan beban dengan menggunakan UFR ini tentunya memerlukan setting frekuensi dan setting waktu tunda agar pelepasan beban sesuai dengan yang diharapkan sistem, yaitu besarnya pelepasan beban harus sebanding dengan besarnya daya pembangkit yang hilang/ trip. Dengan pelepasan beban tersebut, diharapkan frekuensi sistem dapat kembali normal atau sesuai batasan yang diperbolehkan^[5]. Karena alasan tersebut penulis akan merumuskan studi penerapan UFR 5 tahap pada sistem kelistrikan interkoneksi Sumbagselteng dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) PSS/E versi 30.3.2 buatan PTL-Siemens dari USA.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan laju perubahan frekuensi sebagai fungsi perubahan beban.
2. Menentukan besarnya pelepasan beban dalam lima tahap, agar sistem tersebut kembali normal.
3. Menentukan setelan UFR sistem kelistrikan Sumbagselteng.
4. Mengetahui pengaruh kinerja UFR terhadap kestabilan frekuensi sistem.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi kestabilan frekuensi sistem kelistrikan Sumatera khususnya Sumatera bagian selatan-tengah dan dapat mengatasi kondisi ketidakstabilan frekuensi agar sistem tidak mengalami pemadaman total dengan cara melakukan pelepasan beban secara bertahap. Selain itu, dapat dipergunakan oleh PT.PLN sebagai bahan acuan dalam menentukan settingan UFR yang baru jika dibutuhkan.

Bab V

Penutup

5.1 Kesimpulan

1. Tripnya 4 unit pembangkit secara besar secara bersamaan dalam sistem kelistrikan interkoneksi Sumbagselteng akan mengakibatkan keruntuhan frekuensi jika sistem tidak menggunakan UFR.
2. Besarnya beban yang dilepaskan sistem dalam skema pelepasan beban yaitu tahap I 42 MW, tahap II 54 MW, tahap III 59 MW, tahap IV 71 MW dan tahap V 83 MW.
3. Laju penurunan frekuensi semakin berkurang karena adanya pelepasan beban. Laju penurunan frekuensi akibat penurunan beban tahap I sebesar 42 MW adalah 0.13Hz/det, laju penurunan frekuensi akibat penurunan beban tahap II sebesar 54 MW adalah 0.09Hz/det, laju penurunan frekuensi akibat penurunan beban tahap III sebesar 59 MW adalah 0.04Hz/det.
4. Frekuensi akhir setelah pelepasan beban akibat tripnya pembangkit PLTGU Borang adalah 49.93 Hz, frekuensi akhir setelah pelepasan beban akibat tripnya pembangkit PLTU Tarahan adalah 49.95 Hz, frekuensi akhir setelah pelepasan beban akibat tripnya pembangkit PLTU Ombilin adalah 49.72 Hz, dan frekuensi akhir setelah pelepasan beban akibat tripnya pembangkit PLTA Musi adalah 49.92 Hz.
5. Settingan UFR usulan menghasilkan jumlah pelepasan beban yang lebih kecil dibanding settingan UFR yang dipakai PT. PLN (Persero) P3B Sumatera, namun dengan waktu pengembalian frekuensi yang lama.

5.2 Saran

1. Diharapkan settingan usulan yang diperoleh dapat dicobakan untuk kondisi beban rendah.
2. Diharapkan kepada peneliti berikutnya dapat memperhitungkan kerja governor karena secara teoritis pengembalian frekuensi ke kondisi normal terlebih dahulu dilakukan oleh governor.

DAFTAR PUSTAKA

1. T.S Hutaauruk, *Analisa Sistem Tenaga Listrik*, Institut Teknologi Bandung, 1984.
2. Prabha Kundur. *Power System Stability and Control*. Electric Power Research Institute.
3. Ditjeng Marsudi. *Operasi Sistem Tenaga Listrik Edisi Ke-2*. Graha Ilmu. Yogyakarta, 2006.
4. William D. Stevenson. *Analisis Sistem Tenaga Listrik Edisi keempat*. Erlangga. Jakarta. 1984.
5. Rahmat Hidayat. Perhitungan Tahapan dan Alokasi Pelepasan Beban Menggunakan Aplikasi Visual Basic 6.0. Laporan penelitian staf di PT. PLN P3B Sumatera. Padang, 2006.
6. Tim Kajian Strategi Pelepasan Beban. Studi Strategi Pelepasan Beban Sistem Interkoneksi Sumatera dengan Under Frequency Relay. P3B Sumatera PT. PLN (Persero).
7. Jan Machowsky, dkk. *Power system dynamics and stability*. John Wiley and Sons. New York. 1997.
8. William D. Stevenson. *Power System Analysis*. Mc Graw Hill. Singapore. 1994.
9. Satri Falanu, dkk. *Studi Pemulihan Frekuensi Sistem Tenaga Listrik Sumatera*. LITBANG PT. PLN (Persero). Jakarta, 2006.
10. Munawwar Furqon dan Aris sofian Hidayat. *Tutorial Stability Menggunakan PSS/E 30.3.2*. P3B PT. PLN (Persero). Padang, 2008.
11. Nila Susanti. *Studi Pelepasan Beban Otomatis Menggunakan Relai Frekuensi Diterapkan Pada Sistem Kelistrikan Sumbar-Riau*. Universitas Andalas. Padang. 1999.
12. PT. PLN (Persero). Rencana Operasi Sistem Tenaga Listrik Sumatera Tahun 2009.
13. Kosasih, dkk. *Analisa Sistem Tenaga Listrik Level 2*. PT. PLN Persero Jasa DIKLAT. Semarang, 2006.
14. Cheng-Ting Hsu, Member of IEEE. *Modification of Under Frequency Relay Setting for the Upgrading of a Cogeneration Plant*. Department of Electrical Engineering, Southern Taiwan University of Technology, Tainan. Taiwan. 2003.